



EP03 / 07462

REC'D 06 OCT 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 58 537.7

**Anmeldetag:** 14. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Boart Longyear GmbH & Co KG  
Hartmetallwerkzeugfabrik, Burghaun/DE

**Bezeichnung:** Hartmetall für insbesondere Gestein-, Beton- und  
Asphaltschneiden

**Priorität:** 10.07.2002 DE 102 31 303.2  
18.10.2002 DE 102 48 898.3

**IPC:** C 22 C 29/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stech

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

Boart Longyear  
GmbH & Co. KG  
Hartmetallwerkzeugfabrik  
Städeweg 18-24  
D - 36151 Burghaun

## Busse & Busse Patentanwälte

European Patent and  
Trademark Attorneys

Dipl.-Ing. Dr. V. Busse (- 2000)  
Dipl.-Ing. Dietrich Busse  
Dipl.-Ing. Egon Bünemann  
Dipl.-Ing. Ulrich Pott  
Dipl.-Ing. Kristiana Engelmann

Großhandelsring 6  
D-49084 Osnabrück

Postfach 1226  
D-49002 Osnabrück

Telefon: 0541-586081  
Telefax: 0541-588164  
mail@busse-patentanwaelte.de

13.12.02  
702296/Ha

### Hartmetall für insbesondere Gestein-, Beton- und Asphaltschneiden

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hartmetall für Werkzeuge zum Schneiden von insbesondere Gestein, Beton und Asphalt nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiges Hartmetall ist beispielsweise in der US-PS 5,126,709 beschrieben, die ein Hartmetall mit runden WC-Körnern in der Größe von 8 bis 30  $\mu\text{m}$  und einen Binder aus Co oder Co und Ni mit einem geringen Anteil an seltenen Erdmetallen offenbart. Auch die US-PS 4,859,543 zeigt Hartmetalle mit einem bestimmten Verhältnis zwischen Härte und Co-Gehalt.

Für das Gestein-, Beton- und Asphaltschneiden werden in der Praxis grobkörnige WC-Co-Hartmetalle mit mittlerer WC-Korngröße von ca. 3 bis 10  $\mu\text{m}$  verwendet. Im Hartmetall-Gefüge zwischen solchen WC-Körnern befinden sich relativ große Volumen des Co-Binders in einer Größe bis zu 10  $\mu\text{m}$ . Die Koerzitivfeldstärkewerte des Hartmetalls zeigen dabei an, wie dick die Co-Zwischenschichten sind. Normalerweise

se liegen die Koerzitivfeldstärkewerte der grobkörnigen Hartmetalle in einem Bereich bis 120 Oe.

Nach dem allgemeinen Stand der Hartmetallforschung soll der Kohlenstoffgehalt von Hartmetallen etwa in der Mitte des zweiphasigen Feldes (ohne freien Kohlenstoff und  $\eta$ -Phase) liegen (H. Suzuki, H. Kubota, "Planseeberichte Pulvermetallurgie", 1966, Bd. 14, 2, S. 96-109). Hierbei sollen die besten Werte von Biegebruchfestigkeit in Kombination mit hoher Härte erreichbar sein.

Die Konzentration des Wolframs im Co-Binder des WC-Co-Hartmetalls ist dabei vom Kohlenstoffgehalt abhängig. So wird die Wolfram-Konzentration wesentlich höher, wenn der Kohlenstoffgehalt sehr niedrig liegt. Die W-Konzentration bzw. der Kohlenstoffgehalt in einem WC-Co-Hartmetall mit einem bestimmten Co-Gehalt kann daher durch den Wert der magnetischen Sättigung definiert werden.

Die EP 1 205 569 A2 und die EP 1 043 415 A2 beschreiben bereits Hartmetalle mit niedrigem Kohlenstoffgehalt bzw. niedrigen Werten der magnetischen Sättigung. Beide Patentschriften betreffen jedoch Hartmetallqualitäten für die Metallzerspannung, die relativ feinkörnig sind (WC-Korngröße ca. 1,75 – 2  $\mu\text{m}$ ) und dazu noch kubische Karbide (TaC, TiC und NbC) enthalten. Derartige Hartmetalle sind für Bergbauanwendungen wie Gestein-, Beton- und Asphalt schneiden nicht verwendbar.

Der Erfindung liegt gegenüber den bekannten gattungsgemäßen Hartmetallen die Aufgabe zugrunde, ein Hartmetall mit verbesserten Eigenschaften und Leistungen im Bereich des Gestein- und Asphalt schneiden zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Hartmetall mit den Merkmalen des

Anspruchs 1 gelöst.

Durch die Absenkung der magnetischen Sättigung in den erfindungsgemäß angegebenen Bereich wird dabei entgegen herkömmlichem Forschungsstand bei grobkörnigen Hartmetallen eine Erhöhung der Biegebruchfestigkeit erreicht, die hierbei im Bereich eines niedrigen Kohlenstoffgehaltes liegt, wobei sich allerdings keine  $\eta$ -Phase ( $\text{Co}_3\text{W}_3\text{C}$ ) bildet. Die Leistungsverbesserung wirkt sich insbesondere bei Hartmetallen mit Koerzitivfeldstärkewerten des Binders von bis zu 100 Oe, vorzugsweise im Bereich von 20-80 Oe, aus.

Es hat sich herausgestellt, daß der Zustand des Binders eine entscheidende Rolle für die Leistungsfähigkeit grobkörniger Hartmetalle spielt. Obschon in der derzeitigen Forschung der allgemeine Standpunkt vertreten wird, daß die WC- bzw. W-Konzentration im Binder nicht höher als 20 Gew.-% (ca. 9 Atom-%) sein kann (J. Willbrand, U. Wieland, "Techn.Mitt.Krupp.Forsch.-Ber.", 1975, Bd. 33, 1, S. 41-44), läßt sich bei dem erfindungsgemäßen Hartmetall durch eine hohe Konzentration des Wolframs von 10 bis 30 Atom-% das Co wesentlich verstärken. Der in der Literatur beschriebene größte Wert der Gitterkonstante von Co in WC-Co-Hartmetallen ist normalerweise nicht höher als 0,357 nm (ca. 1% höher als der Wert von reinem Co) (H.Suzuki, H. Kubota, "Planseeberichte Pulvermetallurgie", 1966, Bd. 14, 2, S.96-109). Bei dem erfindungsgemäßen Hartmetall ist die Gitterkonstante des Kobalts im Binder durch die höhere Konzentration des Wolframs jedoch über 1 bis 5% größer als die von reinem Kobalt (0,3545 nm).

Der Binder des Hartmetalls wird bei gleichzeitigem Erhalt oder sogar leichter Erhöhung der Zähigkeit deutlich verstärkt, wenn in dem Binder Nano-Partikel (sehr feine Partikel) aus Wolfram und Kobalt und/oder Kohlenstoff in der Co-Matrix eingebettet sind. Dadurch wird im Vergleich mit herkömmlichen Hartmetallen die Verschleißfes-

tigkeit eines Hartmetalls mit derartigen Binder wesentlich höher und die Verstärkung des Binders läßt sich ohne Verlust der Bruchzähigkeit des Hartmetalls erreichen. Die Biegebruchfestigkeit derartiger Hartmetalle ist dabei bis zu 30% höher als die konventioneller Hartmetalle mit ähnlicher WC-Korngröße und gleichem Co-Gehalt. Außerdem enthalten die Hartmetalle mit niedrigem Kohlenstoffgehalt bzw. hoher Konzentration von W im Binder runde WC-Körner, was eine positive Wirkung auf die Standzeit hat.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus den Unteransprüchen und nachfolgend ausgeführten Beispielen mit erläuternden Abbildungen.

Abbildung 1 zeigt die Grenzwerte der magnetischen Sättigung für den in Anspruch 1 definierten Bereich.

Beispiel 1:

Es wurde ein WC-Co-Hartmetall mit 6,5% Co Gew.-% und niedrigem Kohlenstoffgehalt hergestellt. Die Koerzitivfeldstärke dieses Hartmetalls beträgt 88 Oe, die magnetische Sättigung ist  $8,0 \text{ Gcm}^3/\text{g}$ , die Härte beträgt  $\text{HV}_{30} = 1100$ , die Biegebruchfestigkeit beträgt 2400 Mpa. Im Makrobereich (am Lichtmikroskop) ist erkennbar, daß das Hartmetall runde WC-Körner, Co-Binder und keine  $\eta$ -Phase enthält. Zur Untersuchung durch TEM (Transmissionselektronenmikroskopie) wurde eine foliendünne Probe hergestellt. Die W-Konzentration im Binder wurde an der Probe mit EDX (energy-dispersive X-ray microanalysis) gemessen. Die Co-Gitterkonstante wurde durch TEM und Röntgenuntersuchungen gemessen.

Die W-Konzentration im Binder der Probe beträgt 18 bis 19 Atom-% und der Binder enthält Nano-Partikel, die in Abb. 2 dargestellt sind. Die Elektronen-

beugungen des Binders zeigen Reflexe der wolframhaltigen kubischen Kobaltmatrix mit fcc-Struktur und der Gitterkonstante von 0,366 nm sowie Reflexe der dazwischen liegenden Nano-Partikel (Abb. 3). Der größte messbare  $d_{hkl}$ -Wert der Nano-Partikel (Elektronenbeugungsaufnahme mit der Zonenachsenorientierung der Kobaltmatrix entlang [111]) ist 0,215 nm.

Als Referenz wurde ein konventionelles Hartmetall mit 6,5% Co und normalem Kohlenstoffgehalt hergestellt. Die Koerzitivfeldstärke des Referenzhartmetalls beträgt 80 Oe, magnetische Sättigung = 9,5 Gcm<sup>3</sup>/g, Härte HV<sub>30</sub> = 1140 und Biegebruchfestigkeit = 1950 MPa. Es wurden Straßenmeißel mit Schneidelementen aus beiden Hartmetallen hergestellt und bei Straßenfräsen getestet.

Gefräst wurde verschleißintensiver Asphalt, im Mittel 20 cm über Betondecke, mit im Mittel 10 Meter Vorschub pro Minute. Die Fräse wurde zur Hälfte mit den Meißeln des neuen Hartmetalls und zur anderen Hälfte mit denen des konventionellem Hartmetalls bestückt.

#### Ergebnisse des Feldtests

Hartmetall	Verschleiß der Meißel, die eine Drehung ausführten, in mm	Anteil der Meißel, die keine Drehung vollführten (eventuelle Brüche) und Verschleiß, in mm	
Konventionell	6,9	30%	8,6
Neu	3,4	6%	3,8

Die Ergebnisse des Feldtests zeigen, daß die Verbesserung der Verschleißfestigkeit des neuen Hartmetalls ca. 50% beträgt. Von den Meißeln, die keine Drehung vollführten, ist der Anteil an Meißeln mit dem neuen Hartmetall wesentlich niedriger als bei

dem konventionellen Hartmetall. Hieraus ergibt sich, daß es bei dem neuen Hartmetall signifikant weniger Brüche und/oder zerstörerischen Verschleiß während des Schneidens gab. Abb. 4 zeigt die verschlissenen Meißel nach dem Feldtest im Vergleich.

#### Beispiel 2.

Es wurde ein WC-Co-Hartmetall mit 9,5%Co Gew.-% und niedrigem Kohlenstoffgehalt hergestellt. Die Koerzitivfeldstärke beträgt 77 Oe, magnetische Sättigung = 11,8 Gcm<sup>3</sup>/g, Härte HV<sub>30</sub> = 990, Biegebruchfestigkeit = 2720 MPa. Im Makrobereich enthält das Hartmetall runde WC-Körner, Co-Binder und keine  $\eta$ -Phase.

Als Referenz wurde ein konventionelles Hartmetall mit 9,5% Co und normalem Kohlenstoffgehalt hergestellt. Die Koerzitivfeldstärke beträgt 54 Oe, magnetische Sättigung = 14,2 Gcm<sup>3</sup>/g, Härte HV<sub>30</sub> = 1020, Biegebruchfestigkeit = 2010 MPa.

Die TEM-Untersuchungen des neuen Hartmetalls zeigen, daß die W-Konzentration im Binder 19 bis 21 Atom-% betragen und der Binder Nano-Partikel enthält. Die Gitterkonstante von fcc-Co im Binder beträgt 0,368 nm.

Es wurden Kohlenmeißel mit Schneidelementen aus den beiden Hartmetallen hergestellt und im Labor beim Schneiden von abrasivem Beton sowie Granit getestet. Die Meißel wurden auch in einer Kohlemine beim Schneiden von Kohle/Sandstein mit hohem Sandsteingehalt getestet. Mit den Meißeln mit Schneidelementen aus dem neuen Hartmetall konnten Schneidleistungen von 700 m Beton bis zum Verschleiß von 1 mm erreicht werden, während bei den Meißeln mit konventionellem Hartmetall bei gleichem Verschleiß die Schneidleistung nur 100 m betrug. Die Standzeit der Meißel beim Granitschneiden mit dem neuen Hartmetall war ca. 2,5

mal größer als die der Meißel mit konventionellem Hartmetall.

Beim Feldtest wurden zwei Schneidköpfe mit den Schneidelementen der beiden Hartmetalle bestückt. Die beiden Schneidköpfe mit den Meißeln mit dem neuen Hartmetall erreichten eine Schneidleistung von 3000 m<sup>3</sup> Kohle/Sandstein. Sie übertrafen damit die Schneidleistung der Schneidköpfe der Meißel mit konventionellem Hartmetall um etwa das Doppelte. Der Feldtest zeigte auch, daß sich auf dem neuen Hartmetall signifikant weniger thermische Risse gebildet hatten als auf dem konventionellen Hartmetall.

Für die erfindungsgemäße Entwicklung werden insoweit nach den durchgeführten Untersuchungen Hartmetalle bevorzugt, deren  $d_{hkl}$ -Wert der geordneten Phasen bis zu  $0,215 \text{ nm} \pm 0,007 \text{ nm}$  beträgt.

Die Verschleißwerte sind besonders gut, wenn die gebildeten Nano-Partikel eine hexagonale oder kubische Gitterstruktur haben. Insbesondere ergeben sich gute Eigenschaften, wenn der Binder fcc-Co und/oder hcp-Co in Form von Einlagerungsmischkristallen von W und/oder C in Co enthält. Die Gitterkonstanten dieser Einlagerungsmischkristalle sind vorzugsweise 1 bis 5 % höher als die von reinem Co.

Durch den verstärkten Binder hat das erfindungsgemäße Hartmetall mit grobkörnigem Gefüge eine verbesserte Kombination zwischen Biegebruchfestigkeit, Bruchzähigkeit und Verschleißfestigkeit. Als Ergebnis besitzen Werkzeuge mit diesem Hartmetall eine sehr hohe Leistung im Bereich des Gestein- und Asphaltschneidens.



## Busse & Busse Patentanwälte

European Patent and  
Trademark Attorneys

Boart Longyear  
GmbH & Co. KG  
Hartmetallwerkzeugfabrik  
Städeweg 18-24  
D - 36151 Burghaun

Dipl.-Ing. Dr. V. Busse (- 2000)  
Dipl.-Ing. Dietrich Busse  
Dipl.-Ing. Egon Bünemann  
Dipl.-Ing. Ulrich Pött  
Dipl.-Ing. Kristiana Engelmann

Großhandelsring 6  
D-49084 Osnabrück

Postfach 1226  
D-49002 Osnabrück

Telefon: 0541 - 586081  
Telefax: 0541 - 588164  
mail@busse-patentanwaelte.de

13.12.02  
702296/HA

### Patentansprüche

1. Hartmetall für Werkzeuge zum Schneiden von insbesondere Gestein, Beton und Asphalt, aus WC mit 5 – 25 Gew.-% Binder aus Co oder Co und Ni, mit Koerzitivfeldstärkewerten im Bereich bis 120 Oe und runden WC-Körnern, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte der magnetischen Sättigung (Y) in Gaus mal Kubikzentimeter pro Gramm in Abhängigkeit des Co-Gehalts (X) des Binders in Gew.-% im Bereich von  $Y=1,1X$  bis  $Y=1,37X$  liegen.
2. Hartmetall nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koerzitivfeldstärkewerte des Binders maximal 100 Oe betragen.
3. Hartmetall nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Koerzitivfeldstärkewerte des Binders im Bereich von 20 – 80 Oe liegen.
4. Hartmetall nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die W-Konzentration im Binder im Bereich von 10-30 Atom-% liegt.

BEST AVAILABLE COPY

5. Hartmetall nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Binder Nano-Partikel aus geordneten Phasen von W, Co und/oder C enthält, die mit der Kobaltmatrix kohärent sind.
6. Hartmetall nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der größte meßbare  $d_{hkl}$ -Wert der geordneten Phasen  $0,215 \text{ nm} \pm 0,007 \text{ nm}$  beträgt.
7. Hartmetall nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nano-Partikel eine hexagonale Gitterstruktur haben.
8. Hartmetall nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nano-Partikel eine kubische Gitterstruktur haben.
9. Hartmetall nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Binder fcc-Co und/oder hcp-Co in Form von Einlagerungsmischkristallen von W und/oder C in Co enthält.
10. Hartmetall nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gitterkonstanten der Einlagerungsmischkristalle 1 bis 5 % höher als die von reinem Co sind.

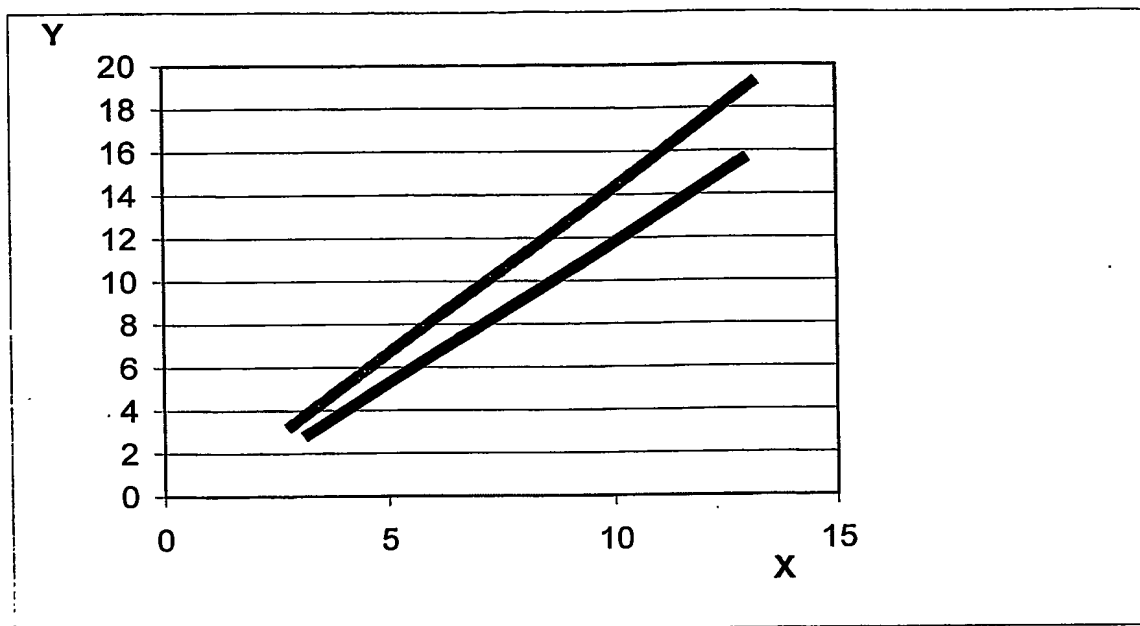


Abb. 1: Die Grenzwerte der magnetischen Sättigung (Y) in Gcm<sup>3</sup>/g (Gaus mal Kubikzentimeter pro Gramm) und des Co-Gehalts in Gew.-% (X). Die obere Linie zeigt die oberen und die untere Linie zeigt die unteren Werte der magnetischen Sättigung in Bezug auf den Co-Gehalt.

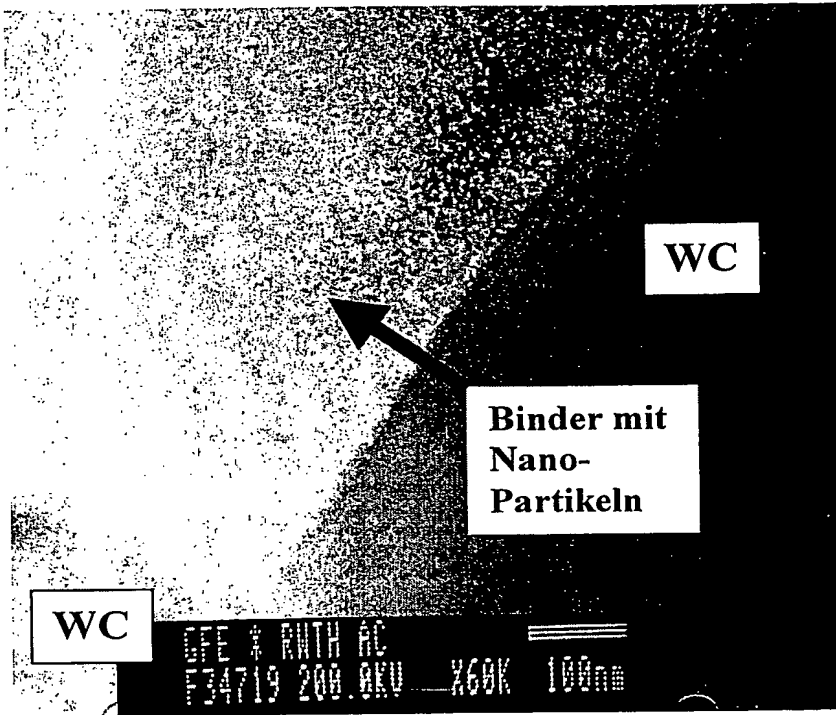


Abb. 2: Der Binder mit Nano-Partikeln.

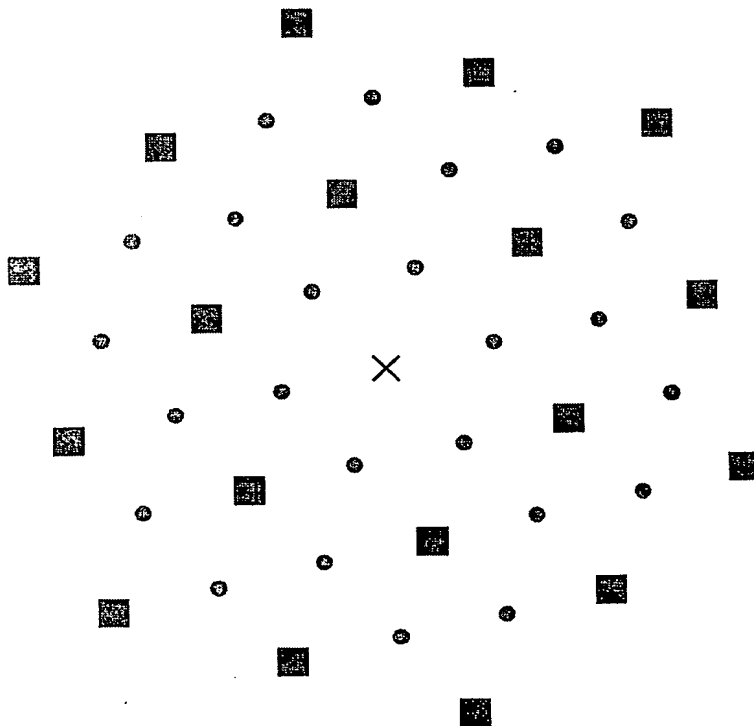
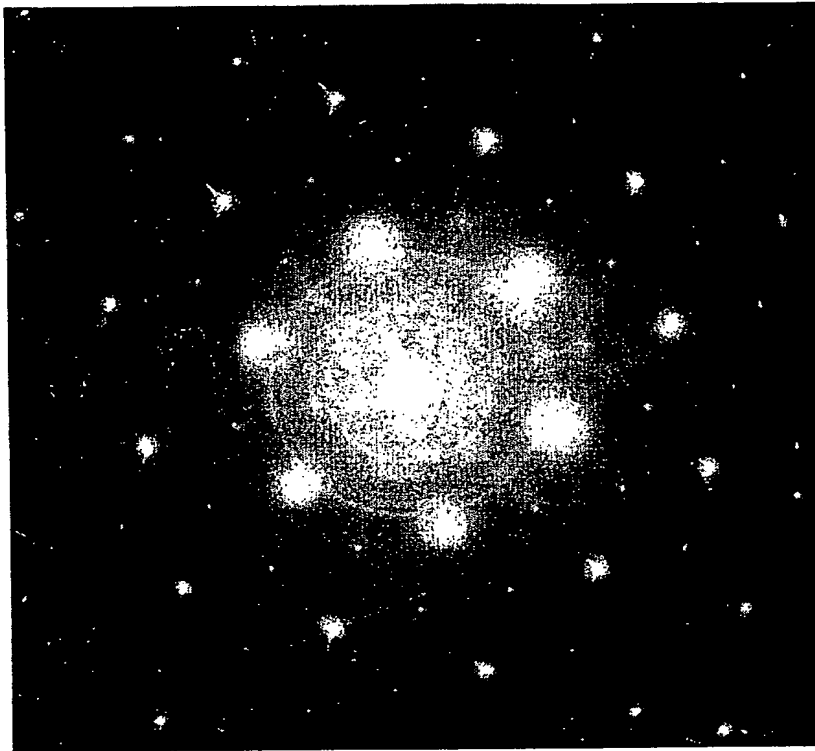
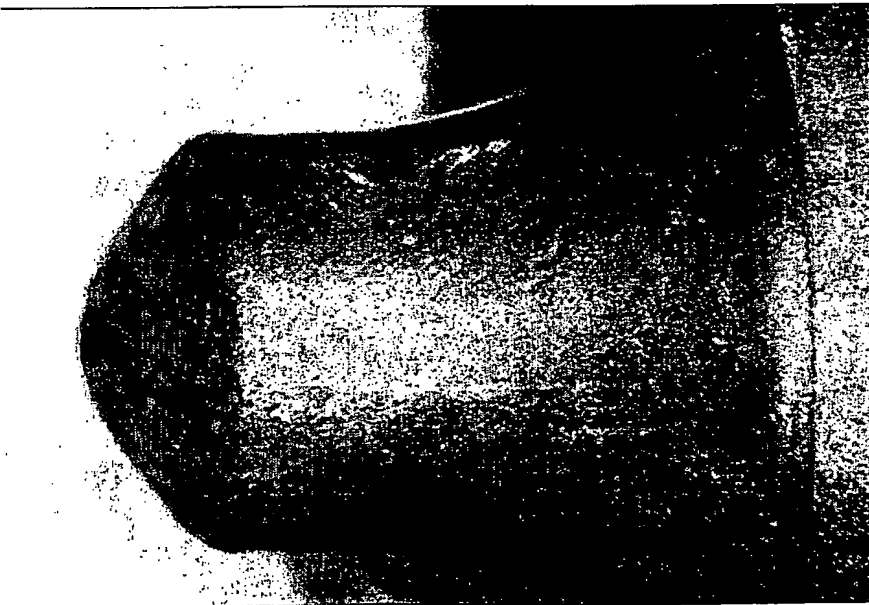


Abb. 3. Elektronenbeugung des Binders:

Quadrate - Reflexe des fcc-Kobalts,  
Kreise - Reflexe der Nano-Partikel  
Kreuz - Zentrum gegenüber dem Elektronenstrahl



Meißel mit dem konventionellen Hartmetall.



Meißel mit dem neuen Hartmetall

Abb. 4. Während des Feldtests verschlissene Meißel nach identischen Arbeitsbedingungen